

# PEMANFAATAN KONSENTRATOR PARABOLA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI KERJA SELSURYA

Oleh :

*Sigit Iswahyudi,*

*Teknik Mesin D3, Fakultas Teknik, Universitas Tidar Magelang*

## Abstrak :

*Tulisan ini bertujuan untuk membahas pemanfaatan konsentrator parabola untuk meningkatkan efisiensi kerja selsurya dalam mengubah energi foton dari matahari menjadi energi listrik. Dengan menerapkan hukum pemantulan umum pada cermin cekung, akan diperoleh peningkatan intensitas energi foton yang menerpa permukaan positiselsurya. Energi foton yang dapat diubah menjadi energi listrik tergantung pada panjang gelombangnya, hal ini akan mempengaruhi pemilihan warna konsentrator.*

*Kata kunci : konsentrator, selsurya, foton, panjang gelombang.*

### Simbol-simbol

$A_1, A_2$  = luas bidang  $m^2$

$D$  = radius bidang pancungan, m

$E$  = kuat penerangan, lumen/ $m^2$

$f$  = jarak titik fokus konsentrator, m

$P$  = jari-jari kelengkungan konsentrator, m

$q, q', q''$  = sudut, radian

$\lambda$  = panjang gelombang, m

## PENDAHULUAN

Setiap tahunnya bumi menerima energi matahari sebesar  $2,2 \times 10^6$  KWH. Energi tersebut dalam bentuk yang belum dapat digunakan manusia untuk membantu kerja dalam bidang yang luas. Untuk itu, diperlukan usaha-usaha pengubahannya ke bentuk yang lebih berguna. Salah satu cara konversi energi foton dari matahari adalah menggunakan sistem fotolistrik.

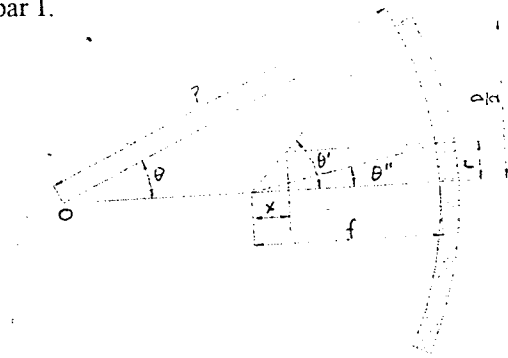
Sistem fotolistrik merupakan sistem yang terdiri dari alat-alat yang digunakan untuk mengubah secara langsung energi matahari ke dalam bentuk energi listrik tanpa siklus termodinamika atau pemanfaatan fluida kerja. Sel surya dapat menghasilkan energi sebesar  $1000 \text{ W/m}^2$  pada temperatur  $28^\circ\text{C}$ , namun temperatur kerja normal  $50$  hingga  $60^\circ\text{C}$  menurunkan efisiensinya sebesar  $1$  hingga  $2$  persen.

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi sistem fotolistrik adalah mengkonsentrasikan energi matahari sehingga diperoleh energi persatuan luas sel yang lebih besar.

Dalam tulisan ini akan dibahas bagaimana konsentrator dirancang untuk mendapatkan sifat-sifatnya yang paling efisien.

## DASAR TEORI

Dalam tulisan ini hanya akan dibahas konsentrator pantul berbentuk parabola. Konsentrator parabola mengikuti hukum pemantulan umum cermin cekung. Sinar datang yang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan ke satu titik yang disebut titik fokus. Sinar datang yang melewati pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan kembali melewati pusat kelengkungan tersebut. Secara geometri, konsep konsentrator ini seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Konsep konsentrator parabola

Dari gambar 1 dapat diperoleh persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$\sin \theta = \frac{D}{2P} \quad (1)$$

$$\frac{r}{x} = \frac{\sin \theta}{0.5 - \sin \theta \tan^2 \theta} \quad (2)$$

$$A_1 = \pi(P^2 \sin^2 \theta - r^2) \quad (3)$$

$$A_2 = \pi \left[ r^2 - \left[ r - \left( \frac{f^2}{\sqrt{f^2 + r^2}} - x \right) \frac{r}{f} \right] \right] \quad (4)$$

$$E_1 A_1 = E_2 A_2 \quad (5)$$

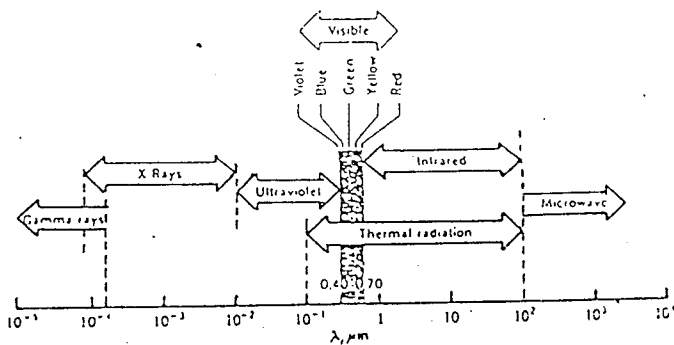
## Eksperimen

Data eksperimen diperoleh dengan cara mengumpulkan hasil pengukuran yang telah ada pada daftar pustaka.

## Data dan Pembahasan

### Data

Pada gambar 2 ditunjukkan pembagian energi elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang



Gambar 2. Pembagian gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang.

Idealnya, energi foton dari matahari yang dikonversikan ke dalam bentuk energi listrik oleh silikon seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Energi matahari spektral ideal yang digunakan sel silikon

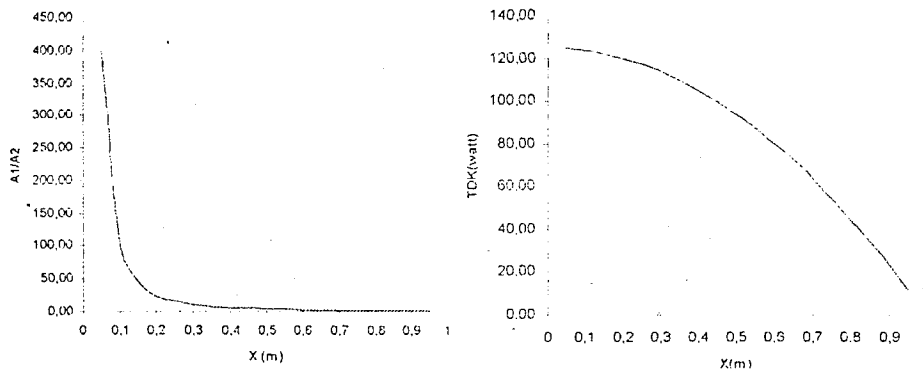
Panjang gelombang, $\mu m$	Energi matahari, %	Bagian yang dikonversikan oleh sel	Energi matahari yang dikonversikan, %
<0.3	0	0	0
0.3-0.5	17	0.36	5
0.5-0.7	28	0.55	15
0.7-0.9	20	0.73	15
0.9-1.1	13	0.91	12
>1.1	22	0	0
		Total	48

Data pada tabel 1 diperoleh dengan cara memfokuskan energi matahari ke sebuah bahan tahan api hingga suhu sekitar 1870 hingga 1925°C, kemudian dari material tersebut dipancarkan energi foton dengan panjang gelombang yang lebih besar ke selsurya. Pada kenyataannya, pembagian energi surya yang menerpa sel surya seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Keseimbangan konversi energi matahari pada sel silikon tanpa penggunaan konsentrator

Input energi	Distribusi energi				
100	Pada bukan sel surya	12 dipantulkan dan diserap			
		13	Diserap oleh frame, struktur, bumi		
	75	Nonlistrik	64	Menjadi panas di silikon	
		Listrik	11	1.5	Rugi karena suhu di atas 28°C
				0.5	Rugi ketidakcocokan sel dan modul
				1.0	Rugi pengawatan dan konversi dc ke ac
				8.0	Deliveri sebagai tenaga ac

Dalam pembahasan ini digunakan contoh perhitungan konsentrator dengan radius kelengkungan 2m, luas pancung bola 1 m<sup>2</sup>, efektifitas 100%, dalam bentuk grafik hasil perhitungan ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara  $A_1/A_2$ , tingkat energi dengan nilai  $x$

### Pembahasan

Dari tabel 1 diketahui bahwa energi foton matahari memiliki panjang gelombang lebih dari 0.3 m. energi foton matahari tidak semuanya dapat diubah ke dalam bentuk energi listrik oleh sel surya. Dari tabel 1 terlihat bahwa energi foton matahari pada panjang gelombang antara 0.3 hingga m sebagian dapat dikonservasikan ke dalam bentuk energi listrik, sementara energi pada tingkat yang lebih tinggi tidak dapat. Pada gambar 2 ditunjukkan bahwa radiasi elektro magnetik pada rentang panjang gelombang 0.1 hingga 100 m merupakan radiasi termal. Jika diperhatikan, rentang panjang gelombang dari energi matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik masuk ke dalam radiasi energi termal (lihat gambar 2).

Memperhatikan hal tersebut di atas, konsentrator yang dipergunakan tidak perlu dapat memantulkan seluruh radiasi yang dipancarkan oleh matahari hanya sebagian energi pada rentang panjang gelombang yang terlihat yang diperlukan. Bertolak dari sini, pemilihan warna konsentrator dilakukan. Konsentrator berwarna putih akan lebih tepat digunakan dibanding konsentrator seperti cermin.

Dari perhitungan perbandingan luas bidang penerima energi diketahui bahwa semakin kecil nilai  $x$ , semakin terkonsentrasi energi foton, sehingga semakin besar energi yang diterima oleh sel surya persatuan luasnya. Pada gambar 3a, terlihat nilai  $A_1/A_2$  mengalami kenaikan sangat signifikan pada nilai  $x$  kurang dari 0.2 sedangkan nilai energi yang terdisipasi menjadi kalor perubahannya sangat kecil pada daerah

ini fungsi konsentrator menjadi berarti gambar 3b. Dengan semakin besarnya energi yang diterima oleh sel surya persatuan luasnya maka semakin besar energi listrik yang dapat diperoleh. Namun demikian, sel surya memiliki suhu kerja ideal pada  $28^{\circ}\text{C}$ , dengan meningkatnya suhu, efisiensi kerja sel surya menurun. Untuk mengetahui hal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sampai tingkat manakah kerja konsentrator meningkatkan efisiensi kerja sel surya.

## Kesimpulan dan Saran

Dari uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrator parabola dapat dipergunakan untuk meningkatkan intensitas penerimaan energi foton matahari pada sel surya.
2. Energi foton matahari yang dapat diubah sel surya silikon pada rentang gelombang  $0.3-1.1\text{ m}$ , oleh karena itu konsentrator warna putih lebih tepat digunakan.
3. Pemilihan warna konsentrator parabola mengesfisienkan kerja selsurya karena dapat mengurangi radiasi termal yang menerpanya.

Dari uraian di atas, penulis menyarankan :

1. Untuk mengetahui ukuran selsurya yang tepat, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang batas suhu kerja selsurya.
2. Untuk meningkatkan efisiensi kerja selsurya perlu diteliti lebih lanjut proses pendinginannya.

## Daftar Pustaka

EI-Wakil, M.M, 1985, Power plant Technology, Mc Graw-Hill Book Company.  
di, Tj, 1993 Perpindahan Kalor, Universitas Gadjah Mada, Teknik Mesin.  
Kanginan, M, 1991, Fisika SMA, Penerbit Erlangga.